

Umhverfis- og samgöngunefnd Alþingis

Skrifstofa Alþingis

101 Reykjavík

Netfang: nefndasvid@althingi.is

Reykjavík, 12. maí 2023

E-2023-116/00.11

Efni: Viðbótarumsögn um frumvarp til laga um breytingu á lögum um hollustuhætti og mengunarvarnir, nr. 7/1998 (geymsla koldíoxíðs), 889. mál

Umhverfis-, orku- og loftlagsráðuneytið skilaði umsögn til umhverfis- og samgöngunefndar, dags. 11. maí sl., um innsendar umsagnir vegna máls 889 um frumvarp til laga um breytingu á lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir (geymsla koldíoxíðs). Í máli ráðuneytisins koma fram upplýsingar sem Landsvirkjun vill andmæla til að tryggja að afstaða umhverfis- og samgöngunefndar verði eins upplýst og kostur er. Landsvirkjun var auk þess kölluð fyrir umhverfis- og samgöngunefnd 2. maí sl. varðandi framangreint mál ásamt fulltrúum Carbfix og annarra eininga innan samstæðu Orkuveitu Reykjavíkur í framhaldi af umsögn fyrirtækisins til nefndarinnar, dags. 21. apríl sl. Umsögn Landsvirkjunar kemur inn á atriði sem einnig voru til umræðu á framangreindum nefndarfundum.

Í ofangreindri umsögn ráðuneytisins tekur ráðuneytið fram að tilskipunin eigi ekki við um hefðbundna endurniðurdælingu jarðhita en telur engu að síður að ef tiltekinni tækni er beitt í vinnslurás jarðvarmavirkjunar að þá eigi tilskipunin við. Röksemdafærsla ráðuneytisins hverfist því nú í kringum hvort tiltekinni tæknilausn er beitt í vinnslurás en ekki að endurniðurdæling jarðhita skapi umhverfisvá sem CCS tilskipuninni er ætlað að stýra. Mikilvægt er að lög og reglur miði að tilgreindum markmiðum laga en séu ekki bundnar við yfirfærslu tiltekinnar tæknilausnar sem vill svo til að er beitt bæði í hefðbundnum CCS verkefnum og í jarðvarmavirkjunum. Hér gengur ráðuneytið strangar í sakirnar en nauðsyn ber til og viðurkennir að ef koldíoxíðið aðskilst ekki frá vökvum í vinnslurás virkjunar að þá gilda ákvæði CCS tilskipunar ekki. Nýtingarleyfi jarðhita á grundvelli auðlindalaga innifelur heimild til upptöku jarðhita þar sem kveðið er á um að vinnsluaðili skuli viðhalda sjálfbærni jarðhitakerfisins og hringrás jarðhita. Hvergi í nýtingarleyfum jarðhita er talað um geymslu hvort sem er á jarðhitavökva eða gastegundum. Í þeim tilskipunum sem núverandi jarðhitavinnsla fylgir er ekki kveðið á um tiltekna tækni þegar um endurniðurdælingu er að ræða.

Allar þær umfangsmiklu eftirlitskröfur sem ráðuneytið boðar hafa ekki að gera með umhverfisvá, sem CCS tilskipuninni er ætlað að stýra, heldur einvörðungu bundin við að Landsvirkjun hyggist nota tiltekna tæknilausn á yfirborði til að sameina að nýju koldíoxíð jarðhitavökva í vinnslurás. Einvörðungu sökum þessa eigi slík framþróun og framfarir í hönnun jarðvarmavirkjana að fella jarðvarmavirkjanir undir CCS tilskipunina.

Ráðuneytið tekur fram í umsögn sinni að ráðuneytið hafi ekki undir höndum þær tölulegu upplýsingar sem Landsvirkjun notar við gerð útreikninga, véfengir kostnaðarforsendur fyrirtækisins og metur áfram kostnaðaráhrif frumvarpsins á haghafa og ríkissjóð hverfandi. Í þessu tilliti vísar ráðuneytið í önnur mál sem Umhverfisstofnun hefur verið að vinna með máli sínu til stuðnings. Landsvirkjun metur kostnað sem fylgir umræddu eigin verkefni 145 USD/tonn af CO₂ utan tilskipunar og 239 USD/tonn CO₂ undir tilskipuninni. Til samanburðar, ef vísað er til greinar Ingva Gunnarssonar o.fl. (2018)¹, er kostnaður við Carbfix verkefnið á Hellisheiði metinn 25 USD/tonn af gasblöndu CO₂ og H₂S. Hér skal nefnt að kostnaðarverð Carbfix væri eðli málsins samkvæmt hærra ef það tæki einungis til CO₂ en ekki gasblöndu CO₂ og H₂S. Hér verður einnig að halda því til haga að kostnaður er afar háður staðbundnum aðstæðum og tekur m.a. mið af dýpt niðurdælingarholna til borunar, fjölda vöktunarholna, raforkuverði til búnaðar, rekstrarþrýstingi gasþvottaturns, magni og efnasamsetningu gasflæðis og því heildarmagni af gasi (tonn/ári) sem er dælt niður og kostnaðurinn deilist á (USD/tonn). Í grein Ingva o.fl. (2018) kemur m.a. fram að kostnaður Carbfix innifeli ekki borun niðurdælingarholna né borun vöktunarholna, sem eru þrjár talsins. Þá virðist öll vöktun vera af nokkuð

¹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750583617309593>

skornum skammti, og óljóst hvort allir vöktunarþættir reiknist með í kostnað verkefnis eða séu metnir sem hluti af rekstri Hellisheiðarvirkjunar, ásamt því að óljóst er hvort ráðgjöf ásamt hönnunar-, verkfræði- og innri vinnu sé innifalin í heildarkostnaði verkefnis, þar sem aðeins er um að ræða staðbundinn kostnað (e. on site cost) skv. greininni. Að lokum er mikilvægt að benda á að kostnaðaráætlanir Landsvirkjunar og Carbfix eru unnar með margra ára millibili og því er nauðsynlegt að reikna kostnað á verðlagi dagsins í dag, til að tryggja raunhæfan samanburð. Samanlagt metur Landsvirkjun kostnaðinn af tilskipuninni nema yfir 100 milljónum á ársgrundvelli fyrir núverandi Þeistareykjastöð og um 210 milljónum króna á ársgrundvelli fyrir fullstækkaða Þeistareykjastöð í 180 MW. Kostnaður sem ráðuneytið réttlætir á þeim forsendum að tiltekinni tæknilausn er beitt á yfirborði en réttlætir ekki á forsendum umhverfissjónarmiða. Í itarefni við umsögn þessa útlistar Landsvirkjun meginforsendur að baki eigin kostnaðaráætlunum.

Evrópusambandið er umsagnaraðili umsókna um geymsluleyfi og fer ítarlega yfir öll drög að slíkum geymsluleyfum. Í itarefni við umsögn þessa er farið yfir sýnidæmi frá Hollandi þar sem kemur skýrt fram að Evrópusambandið skiptir sér af framkvæmd þarlendra stjórnvalda og gerir kröfur um auknar fjártryggingar, auknar eftirlitskröfur og er í heild sinni gagnrýnið á framgang hollenskra stjórnvalda. Af framangreindu fordæmi frá Hollandi er viðbúið að umsögn Evrópusambandsins muni að sama skapi gera ítarlegar athugasemdir við forsendur Umhverfisstofnunar þegar til kastanna kemur sem eykur á þá óvissu sem verkefni sem þessi eru bundin falli þau undir tilskipunina. Landsvirkjun vill því ítreka það sem fyrirtækið kom á framfæri í umsögn sinni um mikilvægi þess að halda orkusjálftæði landsins óskertu þannig að um hagnýtingu jarðhita gildi auðlindalög einvörðungu óháð hvaða tæknilausnum er beitt á yfirborði.

Aðgerðaráætlun ríkisstjórnarinnar í loftslagsmálum tilgreinir samdrátt í losun koldíoxíðs jarðvarmavirkjana sem eitt af helstu úrræðum ríkisstjórnarinnar í samdrætti samfélagslosunar. Það að fella tilteknar tæknilausnir í jarðvarmavinnslu undir íþyngjandi regluverk Evrópusambandsins mun hamla árangri í þessum málum. Landsvirkjun vill í þessu sambandi sérstaklega benda á að önnur lönd innan ESB, þar sem stunduð er hefðbundin nýting jarðhita, t.d. Ítalía og Portúgal, túlka gildissvið CCS tilskipunarinnar á þann veg að hún nái ekki til endurniðurdælingar koldíoxíðs við hefðbundna jarðhitanýtingu óháð tæknilegri útfærslu vinnsluferla á yfirborði. Þessi staðreynd segir meira en flest annað og telur Landsvirkjun að ef Ísland færði íslenskar jarðvarmavirkjanir undir gildissvið tilskipunarinnar væri um að ræða svokallaða gullhúðun á Evrópulöggjöf sem drægi úr samkeppnishæfni Íslands og aftraði árangri í loftslagsmálum. Niðurdæling koldíoxíðs við hefðbundna jarðvarmavinnslu er ekki hugsuð til varanlegrar geymslu koldíoxíðsins heldur er einungis verið að skila gasinu í sitt náttúrulega umhverfi þar sem náttúrulegir ferlar taka við.

Hvað málsmeðferð ráðuneytisins varðar vill Landsvirkjun vekja athygli nefndarinnar á að ráðuneytið komst að tilgreindri niðurstöðu um tiltekið verkefni lögaðila sem ráðuneytið kaus að birta í greinargerð frumvarps sem Landsvirkjun var ókunnugt um og óskaði ekki eftir né var hluti af málsmeðferð frumvarpsins. Landsvirkjun hafði engan andmælarétt hvorki í aðdraganda niðurstöðunnar hvað umsögn skrifstofu loftslagsmála framkvæmdastjórnar ESB og ESA varðar né heldur fyrir birtingu niðurstöðu ráðuneytisins í greinargerð frumvarpsins.

Ef ESA skyldi höfða sammingsbrotamál gegn Íslandi er varðar innleiðingu CCS tilskipunarinnar, yrði það að mati Landsvirkjunar ekki til þess fallið að skapa frekari ágreining eða óvissu, heldur væri þvert á móti niðurstaða EFTA-dómstólsins lagalega bindandi og myndi binda enda á allan vafa og óvissu hvað varðar gildissvið CCS tilskipunarinnar. Vert er að halda því til haga að slíkur vafi og óvissa myndi enn vera til staðar ef frumvarpið er samþykkt óbreytt. Þar sem um tilskipun er að ræða, en ekki reglugerð, hafa aðildarríki frjálsari hendur er kemur að aðferð innleiðingar í landslög.

Landsvirkjun biðlar til umhverfis- og samgöngunefndar að taka inn þá breytingartillögu sem fyrirtækið lagði til í fyrri umsögn sinni til umhverfis- og samgöngunefndar, dags. 21. apríl 2023. Ef það verður ekki gert hefur Landsvirkjun áhyggjur af því að aðgerðaráætlun stjórnvalda um samdrátt í losun jarðvarmavirkjana muni ekki ganga eftir. Hætt er við því að fyrirtæki í jarðvarmavinnslu, sem hafa ekki lagalegar skyldur til að draga úr losun jarðvarmavirkjana, muni því ekki ráðast í slík verkefni og að íslenska ríkið muni þurfa að kaupa heimildir vegna losunar á beina ábyrgð Íslands. Að þessu leyti telur Landsvirkjun ráðuneytið vanmeta áhrif frumvarpsins þegar ráðuneytið áréttar að með frumvarpinu sé ekki verið að leggja óþarfar og íþyngjandi kröfur á hefðbundna nýtingu jarðhita. Máli Landsvirkjunar til stuðnings hefur fyrirtækið lagt fram fjölda erlendra álita sem



ráðuneytið kýs að horfa framhjá þar sem breiðfylking þekktra aðila í jarðhita víðsvegar í heiminum biðlar til Alþingis að beita ekki CCS tilskipuninni á endurniðurdælingu jarðhita. Hvort tiltekinn íhlutur sé í vinnslurás jarðvarmavirkjunar skiptir þar engu og markleysa að telja að sökum þess eigi regluverk sem sett er í allt öðrum tilgangi að gilda um slíka starfsemi.

Meðfylgjandi þessari umsógn er enn ítarlegri rökstuðningur fyrir afstöðu Landsvirkjunar í þessu máli:

- Í a-lið er farið yfir hvort CCS verkefni falli undir ETS kerfið eða ekki en það hefur grundvallaráhrif á mat á fjárhagstryggingu sem fjallað er um í c-lið.
- Í b-lið er farið yfir dæmi um ítarlegar kröfur sem Evrópusambandið hefur gert til hollenskra stjórnvalda varðandi verkefni sem sóst hafa eftir leyfi í samræmi við CCS tilskipunina.
- Í c-lið er gerður samanburður á forsendum kostnaðarmats Landsvirkjunar með hliðsjón af athugasemdum sem borist hafa frá ráðuneytinu.

Hvað varðar frekari rökstuðning vísast til fyrri umsagnar Landsvirkjunar til umhverfis- og samgöngunefndar dags. 21. apríl 2023.

Virðingarfyllt,

Kristín Linda Árnadóttir
Aðstoðarforstjóri

Jóna Bjarnadóttir
Framkvæmdastjóri
Samfélag og umhverfi

Ítarefni við viðbótarumsögn um frumvarp til laga um breytingu á lögum um hollustuhætti og mengunarvarnir, nr. 7/1998 (geymsla koldíoxíðs), 889. mál, dags. 12. maí 2023

a. Falla CCS verkefni undir ETS kerfið?

Á framangreindum fundi umhverfis- og samgöngunefndar benti aðstoðarforstjóri Landsvirkjunar á að losun jarðvarmavirkjana telst falla undir samfélagslosun (ESR) en ekki undir viðskiptakerfi ESB með losunarheimildir (ETS). Af þeim sökum ætti endurniðurdæling jarðhita ekki að falla undir CCS tilskipunina. Um þetta er einnig fjallað í greinargerð frumvarpsins. Fulltrúi Carbfix andmælti þessu og taldi tilskipunina sem slíka ekki tilgreina hvort verkefni falli undir ETS eða ESR kerfið. Hvað þetta varðar vill Landsvirkjun benda á að í viðauka 1 í lögum um loftlagsmál nr. 70/2012 eru verkefni sem falla undir ETS kerfið tilgreind. Þar á meðal koma eftirfarandi verkefnislýsingar fram:

- *Flutningur gróðurhúsalofttegunda eftir leiðslum til geymslu í jörðu á stað sem hefur hlotið leyfi samkvæmt tilskipun 2009/31/EB.*
- *Geymsla gróðurhúsalofttegunda í jörðu á stað sem hefur hlotið leyfi samkvæmt tilskipun 2009/31/EB.*

Framangreindir liðir eru beinar þýðingar úr tilskipun 2009/29/EC (ETS tilskipunin) sem tilgreina hvaða verkefni falla undir viðskiptakerfi með losunarheimildir (ETS). Landsvirkjun getur ekki annað séð en að framangreindir þættir sem taldir eru falla undir ETS kerfið feli í sér að ef endurniðurdæling jarðhita sem innifelur koldíoxíð er talin falla undir regluverk CCS tilskipunar og háð geymsluleyfi að þar með falli umrædd verkefni undir ETS kerfið eins og áður hefur komið fram í máli Landsvirkjunar.

Ef túlkun ráðuneytisins fær að standa óhöggðu felur það í sér að það að beita tiltekinni tækni í vinnslurás jarðvarmavirkjana þá falli slík verkefni undir ETS kerfið sem hefur áhrif á mat á fjárhagstryggingu slíkra verkefna. Kostnaður af aðgerð C1 í loftslagsmarkmiðum ríkisstjórnarinnar hleypur þar með upp um 65% að mati Landsvirkjunar og gerir aðgerðina of kostnaðarsama með mikilli óvissu um hvaða kröfur verða settar sem lúta skoðunum Evrópusambandsins eins og farið verður yfir í næstu efnisgreinum.

b. Fordæmi um eftirlitskröfur CCS tilskipunar

Evrópusambandið er umsagnaradili umsókna um geymsluleyfi og fer ítarlega yfir öll drög að slíkum geymsluleyfum. Þrjú slík álit eru aðgengileg á heimasíðu skrifstofu loftlagsmála (EU-DG Clima)². Allar verkefnatillögurnar eru út á hafi, tvö við strendur Hollands og eitt við Bretlandsstrendur. Allar verkefnatillögurnar snúa að dælingu koldíoxíðs í yfirgefin gasvinnslusvæði. Porthos verkefnið í Hollandi svarar í reynd til beggja hollensku verkefnanna og í seinni umsögninni er vísað til þeirra beggja. Það verkefni er komið hvað lengst og verður fjallað hér nánar um kröfur sem fram koma í umsögn skrifstofu loftlagsmála hvað það verkefni varðar³. Það skal tekið fram að hið endanlega geymsluleyfi hefur þó ekki verið gefið út og enn eru ýmis vandkvæði við að verkefnið verði nokkurn tíma að veruleika þrátt fyrir margra ára undirbúning. Ekkert verkefni hefur þar af leiðandi hlotið geymsluleyfi undir CCS tilskipuninni sem komið er til framkvæmda. Áætlað er að koldíoxíðið verði flutt með 18 km lögnum frá Rotterdam að niðurdælingarsvæðinu út á haf þar sem koldíoxíðinu verður dælt niður um borholur sem fyrir eru á svæðinu sem einnig verða nýttar til vöktunar. Í umsögninni kemur fram að umsækjandi hafi skilað ítarlegum upplýsingum um eðliseiginleika og eðlisástand auðlindarinnar og ástand geymslusvæðisins ítarlega lýst og hvernig öryggisviðmiðum verði sinnt enda er um yfirgefið gasvinnslusvæði að ræða með yfirgrípsmikilli þekkingu á gasauðlindinni sem þar var. Þar kemur fram að varðandi ástand borholna hafi verið lagt mat á m.a. „static, dynamic, fracture, geochemical and well performance modelling proving that the P18-2 CO₂ storage site is hydraulically isolated and suitable for long-term storage of CO₂.“ Þá er sérstaklega fjallað um að umsækjandi hafi sýnt fram á að vökvinn innihaldi yfirgnæfandi

² https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-capture-use-and-storage/implementation-ccs-directive_en#opinions-on-draft-storage-permits

³ https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-06/c_2022_3369_en.pdf

magn af CO₂ í samræmi við ákvæði tilskipunarinnar sem er erfitt að sjá að hægt sé að uppfylla hvað jarðhita varðar í ljósi magns af öðrum efnasamböndum í jarðhitavökvunum.

Hvað eftirlitskröfur varðar kemur fram að Evrópusambandið lætur sig málið varða og gerir talsverðar athugasemdir við fyrirætlan hollenskra stjórnvalda um fyrirkomulag vöktunar:

*The Commission however **welcomes the choice of the competent authority to investigate the possibility to enhance the monitoring plan** as advised by the TNO, SSM, and the Mining Council. Should the independent review that the Dutch authorities have committed for this purpose indicate that additional monitoring techniques could provide a clear benefit in terms of risk reduction and the cost of such techniques would be proportionate, the Commission would welcome the monitoring plan **to include additional technologies and techniques suited to the novel process of CO₂ injection** into a depleted gas reservoir. In particular, **in the Commission's view, the monitoring plan could benefit from the evaluation of the use of fibre optic sensors to measure possible leaks in micro-annuli, if present, along with the use of microseismic sensors to measure any possible fracturing of the overburden.** The Commission considers that the monitoring plan **could be enhanced** as a part of the update of the monitoring plan in the final permit.*

Þá kemur einnig fram að ESB er á því að geymsluleyfi verði að innihalda „post-closure plan“ enda er gert ráð fyrir að fylgjast með svæðinu í 50 ár eftir að niðurdælingu er lokið sem hollensk stjórnvöld gerðu ekki ráð fyrir. Þar kemur fram:

*The Commission however notes that **after a storage site has been closed, the operator should remain responsible for maintenance, monitoring and control, reporting, and corrective measures** pursuant to the requirements of the CCS Directive on the basis of a provisional postclosure plan submitted to, approved by the competent authority... The provisional post-closure plan is addressed in Article 15(1) of the draft permit in respect of the conditions for closure. **However, the draft permit should not only contain the conditions for closure, but it should also include an approved post-closure plan.** The approved post-closure plan should include the elements listed in Article 17 of the CCS Directive... The Commission considers that the environmental impact assessment should **at least state the basis for assuming there will be no leakage and no impacts during the postclosure period.***

Hvað varðar fjártryggingu kemur fram hjá ESB að þau telji fyrirætlan hollenskra stjórnvalda ekki ganga nógu langt og að fjártrygging sé ekki nægileg. Lagt er eftirfarandi til:

*The Commission however recommends the competent authority to include, in the final permit, **at least the minimum requirements for the financial security scheme to be adequate and effective** as per CCS Directive. In the Commission's view, **the final permit should at least require** to ensure that:*

- ***the amounts are sufficient and adequate at all times, the underlying assumptions and calculations are justified, verified and confirmed by the qualified independent third party experts;***
- ***all the obligations stemming from the CCS Directive are covered by the financial security scheme;***
- ***not only the insurance, but also the parental guarantee, which aims at filling in the gaps are effective and adequate.***

*The Commission therefore recommends the competent authority **to include, in the final permit, at least the requirements as further detailed in this point of the Opinion.***

Umsögnin gagnrýnir upphæðir fjártryggingar og telur þær ófullnægjandi. Þar kemur fram:

*„As far as the adequacy and sufficiency of the amounts is concerned, the Commission notes, that, first, the draft permit allows the application of several amounts (**post-closure monitoring, financial contribution to competent authority corrective measures, purchase of allowances in the event of leakage**) to more than one storage site... lack of the needed adjustments **raise concerns as to the***

effectiveness of the financial security in terms of sufficiency of the amounts of financial security compared to the estimated costs. The Commission recalls that for the financial security to be effective, **it must provide an adequate amount of financial security based on estimated costs of the obligations.** The Commission therefore recommends **to make the amounts match the estimated costs for each storage site and to ensure they are sufficient at all times“**

Af framangreindu er ljóst að fjártrygging þarf að vera umfangsmikil og líklega dugar ekki að fyrirtækið í ábyrgð sé burðugt heldur þarf að leggja fram ítarlegar áætlanir marga áratugi fram í tímann. Í framangreindri umsögn ESB er tilgreint að tryggingin verði að ná yfir allan þann kostnað sem tilskipunin felur í sér sem og að tilgreina áætlun um eftirlit eftir að niðurdælingu lýkur.

Í umsögn ráðuneytisins kemur fram sá skilningur að eftirlit og vöktun urðunarstaða er talin sambærileg við það eftirlit og vöktun sem mun fara fram á geymslusvæðum koldíoxíðs og vísar auk þess í önnur verkefni sem Umhverfisstofnun hefur verið að vinna með sem kalla á starfsleyfi. Þá kom einnig fram á fundi umhverfis- og samgöngunefndar af hálfu Carbfix að Umhverfisstofnun hafi nefnt aðferðafræði við tryggingargjald fyrir urðunarstaði en sú leið felur í sér mjög takmarkaða þörf fyrir tryggingar. Í ljósi A-liðar þar sem fram kemur að verkefni sem þessi teljast falla undir ETS kerfið eru líkur á að hluti fjártryggingar þarf m.a. að innifela markaðsvirði þess koldíoxíðs sem gæti sloppið til yfirborðs. Í tilfelli þeistareykjastöðvar er markaðsvirði koldíoxíðsins um 100 milljónir króna á ári. Ef miða ætti við líklega stækkun þeistareykjastöðvar næmi markaðsvirði þess yfir 200 milljónum fyrir ígildi þess koldíoxíðs sem dælt er niður á einu ári. Hvert hlutfall þar ætti að vera er með öllu óljóst og sérlega uppsöfnun þess eftir því sem fram í sækir.

Skoðun á framangreindri umsögn bendir ekki til annars en að um mjög umfangsmikla fjártryggingu er um að ræða sem Evrópusambandið hika ekki við að fara fram á með umsögn sinni sem erfitt er að sjá að hollensk stjórnvöld geti hunsað. Landsvirkjun sér ekki á hvaða forsendum Umhverfisstofnun telur þennan þátt vera óverulegan eins og Carbfix hélt fram á fundinum. Það skal þó tekið fram að hvað varðar áætlaðan aukakostnað þá lagði Landsvirkjun ekki mat á kostnað þessa þáttar í ljósi óvissu en metur hann talsverðan. Hver svo sem hann yrði, er það kostnaðarmatinu til hreinnar hækkunar núverandi kostnaðarmati. Af framangreindu fordæmi frá Hollandi er viðbúið að umsögn Evrópusambandsins muni að sama skapi gera ítarlegar athugasemdir við forsendur Umhverfisstofnunar þegar til kastanna kemur.

Aðrir eftirlitsþættir í framangreindri umsögn sýna þá ríku sönnunarbyrði sem lögð er á leyfishafa að sýna fram á svo óyggjandi sé að umrætt koldíoxíð sleppi ekki til yfirborðs auk þess sem skyldur eru lagðar á fyrirtækið að leggja til fjártryggingu fyrir markaðsvirði þess koldíoxíðs sem gæti mögulega sloppið til yfirborðs sem kæmi til frádráttar nettó samdrætti í losun. Landsvirkjun bendir þar á talsverðan mun í tilfelli endurniðurdælingar jarðhita þar sem engu koldíoxíði er bætt við og því tvennu ólíku að bera saman. Eftirlitskröfur eru þar talsvert ólíkar og af öðrum toga. Landsvirkjun hefur í hyggju að sinna sínum eftirlitskröfum en hefur ekki í hyggju að sanna að ekkert koldíoxíð leiti aftur til yfirborðs eða til sjávar enda telur slíka sönnun erfiða ef ekki ómögulega í framkvæmd. Ekki er hægt að gera greinarmun á því koldíoxíði sem leitar náttúrulega til yfirborðs og því sem dælt hefur verið niður. Þá er þekkt að náttúruleg losun koldíoxíðs tekur miklum náttúrulegum sveiflum og því með öllu ómögulegt að horfa til sögulegra gilda til að leggja mat á hvort aukning eigi sér stað eða ekki í sögulegu samhengi fyrir og eftir upphaf endurniðurdælingar.

Forsendur ráðuneytisins um að fjártrygging sé óveruleg eru því augljóslega rangar og dugar að horfa til þess fordæmis sem Landsvirkjun tilgreinir sem hollensk stjórnvöld hafa fengið frá Evrópusambandinu varðandi Porthos verkefni þar í landi. Samanburður við tryggingargjald á urðunarstöðum lútir allt öðrum lögmálum að mati Landsvirkjunar eins og aðstoðarforstjóri tók fram á fundi umhverfis- og samgöngunefndar og hér eru færðar sönnur á með skýru fordæmisgefandi álit Evrópusambandsins gagnvart hollenskum stjórnvöldum.

c. Kostnaðarmunur Landsvirkjunar og Carbfix

Ráðuneytið tekur fram í umsögn sinni að ráðuneytið hafi ekki undir höndum þær tölulegu upplýsingar sem Landsvirkjun notar við gerð útreikninga og ráðuneytið fær heldur ekki séð að kostnaður geti verið í líkingu við það sem lagt er fram í umsögn Landsvirkjunar. Ráðuneytið vísar þar auk þess í önnur mál sem Umhverfisstofnun hefur verið að vinna með. Í máli framkvæmastýru Carbfix á fundi umhverfis- og

samgöngunefndar kom fram að fyrirtækið telji kostnað nema um 25 USD/tonn á meðan Landsvirkjun hefur talið kostnaðinn nema 145 USD/tonn utan CCS tilskipunar og 239 USD/tonn undir CCS tilskipuninni. Nánast er um að ræða stærðargráðumun. Í næstu efnisgreinum verður farið ítarlega yfir hvaða efnisþætti Landsvirkjun metur svo kostnaðarsama. Að þessu sögðu vill Landsvirkjun einnig benda á að markaðsvirði losunarheimilda er nú um 100 €/tonn eða nær fjórföldum þeim kostnaði sem Carbfix leggur fram. Þrátt fyrir að hægt sé að selja losunarheimildina á fjórföldu kostnaðarverði hefur ekkert fyrirtæki í Evrópu farið af stað í slík verkefni. Landsvirkjun telur ljóst, eins og færð eru rök hér fyrir neðan, að kostnaðurinn sé í reynd margfalt hærri sem skýrir af hverju ekkert fyrirtæki hefur farið af stað undir CCS tilskipuninni.

Í töflu 4 í grein Ingva Gunnarssonar o.fl. (2018)⁴ eru forsendur að baki 25 USD/tonn sýndar upp að vissu marki. Þar kemur fram að kostnaðurinn er metinn sem 25 USD fyrir tonn af gasblöndu (sem samanstendur af CO₂ og H₂S). Aftur á móti metur Landsvirkjun kostnaðinn sem 145 USD fyrir tonn af CO₂ utan tilskipunar og 239 USD/tonn CO₂ undir tilskipuninni.

Kostnaðarverð Landsvirkjunar er skilgreint sem það verð á lækkun CO₂-losunar sem leiðir til þess að núvirði verkefnisins sé nákvæmlega núll að afskriftatíma þess liðnum og er gefið upp sem hlutfall kostnaðar (USD) og ábata (tonn). Magn þess CO₂ sem dælt er niður hefur því bein áhrif á metin kostnaðarverð, en einnig er ósamræmi í því hvaða gastegundir er reiknaðar með í verðið. Losun CO₂ frá Hellisheiðarvirkjun er umtalsvert meiri en frá Þeistareykjastöð (og enn meiri þegar H₂S er talið með) og hefur það bein áhrif á metið kostnaðarverð. Forsendur kostnaðarlíkana Landsvirkjunar og Carbfix geta einnig verið misjafnar og leitt til umtalsverðra áhrifa á kostnaðarverð. Þar ber m.a. að nefna að Landsvirkjun gerir ráð fyrir 20 ára líftíma og afskriftartíma en Carbfix gerir ráð fyrir 30 ára líftíma skv. grein Ingva o.fl. (2018).

Kostnaður er háður staðbundnum aðstæðum og tekur m.a. mið af dýpt niðurdælingarholu til borunar, fjölda vöktunarhola, raforkuverði til búnaðar, rekstrarþrýsting gasþvottaturns, magni og efnasamsetningu gasflæðis og því heildarmagni af gasi (tonn/ári) sem er dælt niður og kostnaður deilist niður á (USD/tonn). Í grein Ingva o.fl. (2018) kemur m.a. fram að kostnaður Carbfix innifeli ekki borun niðurdælingarholna né borun vöktunarholna, sem eru þrjár talsins. Þá virðist öll vöktun vera af nokkuð skornum skammti, og óljóst hvort allir vöktunarþættir reiknist með í kostnað verkefnis eða séu metnir sem hluti af rekstri Hellisheiðarvirkjunar, ásamt því að óljóst er hvort hönnunar-, verkfræði- og innri vinna sé innifalin í heildarkostnaði verkefnis, þar sem aðeins er um að ræða staðbundinn kostnað (*e. on site cost*) skv. greininni. Að lokum er mikilvægt að benda á að kostnaðaráætlanir Landsvirkjunar og Carbfix eru unnar með margra ára millibili og því er nauðsynlegt að reikna kostnað á verðlagi dagsins í dag, til að tryggja raunhæfan samanburð.

Án CCS tilskipunar

Hvað gasþvottastöð varðar felur kostnaðarmat Landsvirkjunar í sér innkaup búnaðar, þvottaturns, byggingar, rafbúnaðar, stjórnkerfis og uppsetningu. Hvað lagnakostnað varðar felur kostnaður í sér jarðvinnu, niðurgrafningu lagna, rafstrengi og ljósleiðara. Hvað niðurdælingarholu varðar felur kostnaður í sér borholu, borholumælingar, búnað og uppsetningu. Þar sem borunin er inn í jarðhitakerfi þarf hönnun holunnar að taka mið af öryggisforsendum háhitaholna sem eykur kostnað. Dýpi niðurdælingarholu er áætlað um 450 m til 750 m, en Landsvirkjun sendi í svari sínu til ESA að holan yrði að lágmarki 450 m og vill með þessu leiðrétta framsetningu ráðuneytisins á dýpi. Hvað vöktunarholu varðar felur kostnaður í sér borun holunnar, borholumælingar, búnað og uppsetningu. Vöktunarholan er einnig boruð í háhitakerfi og taka hönnunarforsendur og kostnaður þar af leiðandi mið af því. Þá er gert ráð fyrir verkfræðivinnu frá útboðshönnun og kostnaði við verkhönnunaráfanga. Hvað rekstur varðar felur kostnaðurinn í sér raforku til gasþvottar, aukna raforkunotkun Þeistareykjastöðvar vegna kerfis, ásamt viðhalds- og vöktunarkostnað og umsýslu.

Vöktunaráætlun er byggð á verkhönnun ráðgjafa (Carbfix og Mannvit) þar sem tilgreint er þá verkþætti sem skal vakta og með hvaða tíðni. Byggt á þeirri áætlun hefur Landsvirkjun áætlað þann tímafjölda sem hver vöktunarþáttur krefst og tilheyrandi kostnað. Gert er ráð fyrir meiri vöktun fyrsta árið í rekstri og minni tíðni

⁴ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750583617309593>

árin eftir það fyrir tiltekna verkþætti. Kostnaður vöktunar samanstendur ýmist af innri kostnað vegna vinnu starfsfólks Landsvirkjunar, beinum kostnaði við efnagreiningar hjá samstarfsaðilum, kostnað við þjónustu ráðgjafa o.s.frv. Einnig innifelur kostnaðurinn vinnu við undirbúningsrannsóknir, breytingar á vinnslurás og eftirlit fram að gangsetningu kerfis.

Áætlunin byggir á fyrri vinnu Landsvirkjunar í verkhönnun þar sem ráðgjafar (Carbfix og Mannvit) lögðu mat á kostnað Koldísar með +/-25% nákvæmni (AACE Class 3). Kostnaðaráætlunin er án virðisaukaskatts.

Framangreindir þættir fóru inn í kostnaðarlíkan Landsvirkjunar í samræmi við vinnulýsingu fyrirtækisins og hefur verið rýnd af sérfræðingum. Kostnaðarlíkan Landsvirkjunar er staðlað líkan til að reikna út kostnaðarverð fyrir fjárfestingar í virkjunum og liggja til grundvallar ákvarðanatöku um næstu fjárfestingar í virkjunarkostum og tengdum verkefnum. Kostnaðarverð samdráttar í CO₂ losun er metið fyrir verkefnið í einingunni USD/tonn CO₂. Niðurstaða þess er að kostnaður utan CCS tilskipunar nemur 145 USD/tonn eða nær sexfaldur áætlaður kostnaður Carbfix upp á 25 USD/tonn sem skýrist að hluta af framgreindum þáttum. Landsvirkjun telur ljóst að kostnaðarmat Landsvirkjunar endurspeglar betur raunkostnað þar sem tekið er tillit til framangreindra þátta.

Með CCS tilskipun

Helstu kostnaðaraukar vegna CCS tilskipunar eru metnir meðal annars af ráðgjöf Carbfix og Mannvit sem skilgreindu viðbótarvöktunaráætlun fyrir Koldísarverkefnið ef Landsvirkjun hyggst votta kolefniseiningar niðurdælingar af DNV skv. aðferðafræði Carbfix. Einnig af þeim umsögnum sem eru aðgengilegar og ákvæðum í tilskipuninni sjálfri auk leiðbeiningarskjala Evrópusambandsins. Þar kemur fram þörf á umfangsmiklum viðbótarannsóknnum, sértækum mælingum, vistferilsgreiningu, sértæku umhverfismati sem tekur á þáttum sem standa almennt utan við umhverfisþætti við mat á umhverfisáhrifum jarðvarmavirkjana og sérstöku áhættumati sem krefst sértækra líkanreikninga. Sú ríka sönnunarbyrði sem lögð er á leyfishafa felur í sér, að mati Landsvirkjunar, verulega auknar kröfur um að þekkja eðlisástand og eðliseiginleika jarðhitakerfisins umfram það sem nú er þekkt og þjónar ekki hagnýtingu jarðhitans. Máltilbúnaðurinn gengur allur út á að leggja mat á hvort koldíoxíðið geti sloppið til yfirborðs sem er ólíkt markmiðum þeirra rannsókna sem miða að hagnýtingu jarðhita. Þá ríkir óvissa um það fyrirkomulag sem skal fylgja við ráðstöfun og greiðslu fjárhagslegrar tryggingar vegna niðurdælingar og af þeim sökum tekur mat Landsvirkjunar ekki mið af þeim kostnaði sem af tryggingargjaldinu leiðir og talinn er geta reynst umtalsverður. Það liggur ljóst fyrir að ef tryggingargjaldið bætist við kostnaðarmat verkefnisins verður það til hækkunar á framangreindu kostnaðarverði.

Við skoðun á framangreindri umsögn ESB um aðra umsókn um geymsluleyfi kemur skýrt fram að ESB ætlast til þess að sýnt sé fram á að niðurdælingarholur séu tryggar eða eins og tekið var fram að það sé sannað með prófunum og líkanreikningum að niðurdælingarholur séu í aflokuðum og þéttum geymi og sýnt sé fram á að geti ekki lekið svo áratugum skiptir; „*static, dynamic, fracture, geochemical and well performance modelling proving that the P18-2 CO₂ storage site is hydraulically isolated and suitable for long-term storage of CO₂*“. Þetta felur í sér þörf á umfangsmiklum ferilefnagreiningum og tilheyrandi mælingum. Athugunum á bergeiginleikum og kortlagningu á náttúrulegri losun koldíoxíðs með annað að markmiði en fyrirbyggjandi gögn miða við.

Þá er ekki annað að sjá en að yfir líftíma jarðvarmavirkjunar, þar sem gera þarf ráð fyrir að niðurdælingarsvæði taki breytingum, að kröfur um vöktunarholur verði til staðar til að sýna fram á mögulega bindingu koldíoxíðsins eins og grein Ingva o.fl. notar máli sínu til stuðnings (2018). Landsvirkjun telur mögulegt að fyrirtækið muni færa niðurdælingarsvæði sín til í tíma og því líkur á að fleiri vöktunarholur þurfi sem er háð vissri óvissu. Í grein Ingva er miðað við þrjár vöktunarholur sem voru fyrir á niðurdælingarsvæðinu við Hellisheiðarvirkjun og ekki gert ráð fyrir þeim í kostnaðarmati Carbfix. Skilaskylda gagna er veruleg með vísan til fyrrgreindra umsagna Evrópusambandsins sem er ekki til staðar í dag og þjóna öðrum tilgangi. Þá liggur ekki fyrir með hvaða hætti eigi að fylgjast með svæðinu í 50 ár eftir að niðurdælingu á að ljúka en ljóst miðað við framangreinda umsögn að Landsvirkjun yrði að leggja út með hvaða hætti yrði staðið að því í upphafi og leggja mat á kostnað þess sem er þáttur í fjártryggingu í 50 ár eftir afskriftartíma virkjunar.

Vöktunarkostnaður gasniðurdælingar og tilheyrandi umsýsla geymsluleyfis við skil á gögnum og öðrum eftirlitsskyldum þáttum er erfitt að telja ekki verða umfangsmikla þegar málsmeðferð Evrópusambandsins er

skoðuð á sambærilegum leyfisumsóknum. Af þeim sökum gerir Landsvirkjun ráð fyrir vöktunarkostnaði tiltekinnna borhola með tilheyrandi samanagerðarkeyrslum reiknilíkans til kvörðunar m.t.t. vöktunar.

Verkhönnun Koldísar áætla að ein vöktunarhola verði boruð sérstaklega fyrir Koldísarverkefnið til vöktunar á afdrifum gashlaðna þéttvatnsins. Gert er ráð fyrir að umfang þeirrar vöktunar muni aukast til að uppfylla kröfur tilskipunar. Til staðar eru nokkrar borholur á því svæði sem gert er ráð fyrir að vökvinn flæði um, en líklegt er að dýpt og nákvæm staðsetning þeirra uppfylli ekki kröfur. Því er gert ráð fyrir borun á tveimur vöktunarholum til viðbótar. Rýni á grein Ingva o.fl. (2018) miðar við þrjár vöktunarholur sem voru til staðar fyrir verkefnið. Mat á árangri við Hellsisheiðarvirkjun byggir því á gögnum frá þremur vöktunarholum. Ef sambærilegar kröfur til gagnaskila yrðu gerðar til Landsvirkjunar er mögulegt að gera þyrfti ráð fyrir jafnmörgum vöktunarholum undir tilskipuninni.

Eftirlitskröfur tilskipunarinnar eru huldar óvissu og aðgengi er ekki veitt að upplýsingum um umrædd leyfi umfram það sem Landsvirkjun hefur bent á. Umhverfisstofnun mun þar ekki ein ráða sem stjórnvald í málinu heldur verður að beygja sig undir álitgjöf sambærilegri þeirri og aðrir leyfisveitendur hafa gert og dæmi eru aðgengileg um í Hollandi. Yfirferð þeirrar málsmeðferðar bendir ekki til annars en að um umfangsmikið og kostnaðarsamt ferli er að ræða með talsverðri óvissu um hvort slíkt geymsluleyfi fáist yfirleitt enda þykir ljóst að megineldstöðvar uppfylla ekki almennar kröfur um örugg geymslusvæði samanber útilokun ítalskra stjórnvalda á beitingu CCS á eldvirkum svæðum sem Landsvirkjun hefur áður bent á í umsögn sinni til umhverfis- og samgöngunefndar, dags. 21. apríl sl. Landsvirkjun er ókunnugt um á hvaða forsendum Evrópusambandið gæti talið málum vera með öðrum hætti hagað hér á landi miðað við aðstæður á Ítalíu með tilliti til samræmdrar nálgunar innan EES svæðisins hvað eldvirkar megineldstöðvar varðar.

Tilskipunin gerir kröfu um samþætt áhættumat um geymslu CO₂ í jörðu þar sem áhætta er metin vegna hugsanlegs leka koldíoxíðs frá jarðlögum upp á yfirborð, dreifingu og vöktun. Leggja þarf heildstætt mat á hættu m.t.t. staðsetningar, jarðfræði, forðakerfis, dreifingar og umhverfis. Við mat á áhættu þarf svo að taka tillit til þeirra þátta sem geta orðið fyrir áhrifum af þeim leka, bera kennsl á áhættuna með viðeigandi vöktun og lágmarka áhættuna með mótvægis- og viðbragðsaðgerðum sem skulu uppfylla kröfur um viðeigandi ráðstafanir.

Kröfur um líkanreikninga undir CCS tilskipun

Landsvirkjun hefur unnið að lýsingu á þremur þrepum til mats á hugsanlegum geymsluaðstæðum og nærliggjandi svæði til grundvallar áhættumatsins vegna geymslu CO₂. Þrepin snúa að þremur meginatriðum gagnasöfnunar, líkangerðar og lýsing á aflfræðilegri hegðun; **(1) Data collection, (2) Building the three-dimensional static geological earth model, (3) Characterisation of the storage dynamic behaviour, sensitivity characterisation, risk assessment**. Stofnkostnaður er talsverður við þennan verkþátt. Til samanagerðar yrði hann umtalsvert hærri fyrir Kröflustöð þar sem erfiðleikum bundið er að búa til reiknilíkan af því jarðhitakerfi vegna séraðstæðna í jarðhitakerfinu. Í framhaldi af upphaflegu reiknilíkani er gert ráð fyrir ítarlegri vöktun og greiningu á niðurstöðum sem reiknast inn í árlegan rekstrarkostnað, ásamt því að uppfæra forðafraeðilíkanið árlega, meta virkni bindingar og gefa út árlega skýrslu.

Nánar er fjallað um hvert þrep fyrir sig hér að neðan:

1. **Data collection:** Tilgreinir þau gögn sem þarf að safna og taka tillit til við áhættumat vegna geymslu CO₂ í jörðu.
 - a. **Hugmyndalíkan:** Ítarlegt hugmyndalíkan þar sem tekið er tillit til jarð- og jarðeðlisfræði, kortlagning svæða þar sem verið er að vinna grunnvatn til neyslu. Þó slíkt hugmyndalíkan sé til í dag þá þjónar það öðru hlutverki og hefur annað að markmiði og því viðbúið að umtalsverðar viðbætur þyrfti til að uppfylla kröfur tilskipunar. Sem dæmi hefur Landsvirkjun rekið tvö aðskilin reiknilíkön fyrir grunnvatnskerfið og háhitakerfið og nokkuð líklegt að sameina yrði reiknilíkin til að meta líkur á leka koldíoxíðs til yfirborðs út undan sprungnu þakbergi á milli.

Framangreindir líkanreikningar eru umfangsmiklir og sértækir við mat á hvort koldíoxíð geti sloppið til yfirborðs. Fagþekking er takmörkuð á alþjóðavísu hvað slíka líkanreikninga varðar og engin reynsla komin á hvað myndi teljast fullnægjandi gagnvart þeim ítarlegu kröfum sem þó er farið fram á. Við rýni umsagna Evrópusambandsins er ekki annað að sjá en að ESB gerir mjög ríkar kröfur umfram þær sem hollensk stjórnvöld ætluðu að kveða á um í sínum tillögum að geymsluleyfum sem send hafa verið sambandinu til rýni. Kostnaður við að framfylgja ákvæðunum er verulegur og að hluta óþekktur þar sem ekki er víst að núverandi hugbúnaður geti yfirleitt náð utan um þær kröfur sem lýst er í tilfelli rekstur háhitakerfa sem er frábrugðin þeim jarðeðlisfræðilegum aðstæðum sem kvaðirnar eru gerðar fyrir.

Framangreindir kostnaðarþættir hækka kostnaðarverð Landsvirkjunar úr 145 USD/tonn CO₂ í 239 USD/tonn CO₂. Kostnaðarauki nemur 94 USD/tonn CO₂ eða yfir 100 milljónum króna á ári fyrir núverandi þeistareykjastöð að jafnaði út afskriftartíma. Þetta samsvarar um 65% aukningu kostnaðar ef endurniðurdæling fellur undir tilskipunina.

Einstaka kostnaðarliðir eru háðir óvissu. Með samanburði við önnur verkefni sem hafa hlotið rýni Evrópusambandsins er ekki annað að sjá en að líklega sé Landsvirkjun að vanmeta kostnaðinn af tilskipuninni. Þá er það ítrekað að framangreindur kostnaður innifelur ekki kostnað af fjártryggingu verkefnisins sem miðað við umsögn Evrópusambandsins gagnvart hollenska verkefninu er umfangsmikil. Af framangreindu er ljóst að Evrópusambandið fer ítarlega yfir drög að geymsluleyfum og tekur efnislega afstöðu til margra þátta í þá veru að kostnaður verkefna eykst umfram þær kröfur sem Hollensk stjórnvöld höfðu ætlað að kveða á um. Þá kemur skýrt fram í umsögn Evrópusambandsins við Porthos verkefnið að ESB er ekki tilbúið að veita neinar undanþágur frá grunnkröfum tilskipunarinnar og ætla má að sama muni gilda um íslensk verkefni. Þá virðist ekki tekið tillit til stærðar verkefna og sömu kröfur lagðar á verkefni sem snúa að förgun milljónir tonna af koldíoxíði og verkefna eins og Landsvirkjun sem eru einvörðungu brotabrot af slíkri förgun og ljóst að stærðarhagkvæmni kemur verulega niður á slíkum smærri verkefnum afstætt við stærri CCS verkefni.